

GRC en fachadas. El material y sus aplicaciones

JAVIER FERNÁNDEZ MILITINO

ARQUITECTO

Este artículo pretende dar una visión del GRC como material característico de cerramientos de fachada, dada la adecuación de sus características a los requerimientos que para las fachadas edificatorias tiene la construcción moderna. Se comienza por el análisis de esos requerimientos, para concluir esta primera parte del artículo con el GRC como respuesta lógica a los mismos. Posteriormente, y tras un resumen de sus características principales, se analiza la problemática de su aplicación en construcción, tanto en su versión de piecero fabricado de GRC como en la de mezcla trabajada en obra. Este análisis se centra en el repaso de los aspectos que afectan a la implantación de nuevas tecnologías en industria, estudiando el cumplimiento de requisitos que tiene el GRC en su utilización como material de construcción.

This article is intended to give a vision of GRC panels as an appropriated material for facades, due to the suitability of its properties for the requirements of building's facades in modern construction. The article begins analyzing the requirements, to conclude presenting GRC as a logic solution to them. After having resumed its main properties and its application in building it is analyzed in its version of the different special pieces fabricated of GRC as well as its arrangement in site. This analysis is focused on the revision of those aspects affecting the introduction of new techniques in industry, studying the requirements GRC has to fulfill in its use as a construction material.

Con el desarrollo técnico de materiales y la capacidad de cálculo estructural en edificación, los muros han pasado de tener una doble consideración como cerramiento y estructura a tener una función exclusiva de cerramiento, independizando exterior e interior del edificio.

Se ha pasado a medir su capacidad técnica en términos de estética y confortabilidad. Para el desarrollo de un edificio, que no es más que contenedor de actividades, el cerramiento es quien da el carácter de edificio a la construcción, y las posibilidades de cerramiento ya no vienen definidas por la capacidad portante de los materiales y su disposición en el espacio, sino que el cerramiento queda apoyado en la estructura, dando libertad a su diseño, cuya calidad va a ser medida en términos de aislamiento, posibilidad formal como fachada edificatoria, facilidad de mantenimiento y resistencia mecánica, ésta última relativa no a los esfuerzos internos soportados sino a los esfuerzos de viento, vibración, etc., para ser capaz no de soportar sino de transmitir esos esfuerzos al sistema estructural.

Las piezas que componen el cerramiento ya no precisan tener una capacidad resistente a cargas gravitatorias del conjunto del edificio, sino que su capacidad resistente se limita, como en cualquier otro componente del edificio, al soporte del peso propio, sobre todo durante la colocación del material en obra, y a la recepción de cargas exteriores para su transmisión al sistema estructural.

No obstante su forma, desde el desarrollo del acero y del hormigón, la estructura se ha separado del contenedor **independizándose como componente**. Así mismo, el desarrollo de las instalaciones y su necesaria reserva de espacio hacen que los materiales deban permitir la ubicación de elementos accesorios, lo que no es posible con los tradicionales sistemas constructivos.

Como consecuencia, el cerramiento se formaliza necesariamente en un componente **adossado** a la estructura, como una piel al esqueleto de un animal, y puede ser sustituible y renovable.

En la construcción moderna, por tanto, el cerramiento se ve conceptualmente como un panelado que divide exterior e interior del edificio. Esto, unido a la mecanización de transporte y puesta en obra, hace innecesario el diseño de los cerramientos como antaño, ensamblados de piecero pequeño, transportable y manejable en pequeñas cantidades por un individuo, y con capacidad resistente.

Hay hechos que, unidos a la separación técnica entre cerramiento y estructura, hacen variar la concepción del diseño y materiales de cerramiento:

- Las herramientas de trabajo, que permiten mayor facilidad de transporte y manejo de mayores volúmenes para la colocación en obra.
- La carestía de la mano de obra, que obliga al diseño de componentes que sean fabricados y ensamblados con menos requerimientos de mano de obra, que es sustituida

por maquinaria, aumentando el volumen de las piezas y disminuyendo el número de éstas.

Las nuevas herramientas y las condiciones de mercado provocan, junto al nuevo concepto que el desarrollo técnico da al cerramiento, la consideración del cerramiento como un compuesto de paneles con las nuevas características exigidas:

- Funcionamiento como elementos independientes del entramado estructural
- Gran tamaño que disminuya la mano de obra necesaria
- Pequeño peso que permita el aumento de volumen (que la maquinaria es capaz de manejar) sin aumentar la mano de obra necesaria para su puesta en obra.

Para conseguir estas condiciones, no existe más que la concepción de paneles, elementos de gran superficie relativa a su espesor. Esta relación es importante porque el cerramiento es un elemento separador de espacios, por tanto bidimensional, superficial. Además, si bien el volumen de la pieza no supone impedimento, pues acelera la puesta en obra y es transportable y manejable con maquinaria común que ya es de obligado uso por otros conceptos, el peso dificulta el manejo y el ensamblaje final que, hasta el momento, se lleva a cabo con mano de obra.

Los paneles son un continuo superficial, y el material tradicional, pétreo o terroso, no permite una dimensión grande, por sus características resistentes o por el excesivo peso que tendrían las piezas de gran dimensión, que las harían inmanejables.

LOS MATERIALES ACTUALES EN PANELADOS

Otros materiales, como el vidrio o el acero, permiten grandes dimensiones en comparación con los materiales más tradicionales, pero no cumplen con las condiciones exigidas a un cerramiento, en cuanto a resistencia mecánica (en el caso del vidrio) o aislamiento, entre otras.

El hormigón, debido a su condición que posibilita su amasado para su posterior vertido y fraguado, permite su moldeado y la preparación, por tanto, de grandes paneles, cumpliendo con las exigencias dimensionales y de funcionalidad de un cerramiento. Pero resulta inaplicable dada su falta de resistencia a flexión y tracción y la desfavorable relación entre peso y volumen.

La solución para satisfacer la nueva concepción de los cerramientos como elementos panelados pasa por el diseño de paneles compuestos, que vuelvan a dividir en sí mismos la función estructural y la función cerramiento. Estos pueden ser, por ejemplo, paneles de madera, plásticos o chapa arriostrados mediante subestructuras, o vidrios con carpinterías. Es decir, concepciones de fachadas ligeras, ensambladas a la estructura general mediante subestructuras, y superponiendo funciones en componentes independientes.

Se sustituye así el funcionamiento, a modo de piel de cebolla, que tiene la fachada tradicional, con diversas capas

de material adheridas una sobre otra, por una disposición de las capas que permite movimientos independientes: Cerramiento, subestructura de arriostramiento y acoplamiento a estructura principal, aislamiento, revestimiento interior.

El sistema consigue la independencia de movimientos entre fachada y estructura, regulado por sus conexiones (la subestructura que sostiene al cerramiento), lo que aumenta la calidad del conjunto.

Este diseño de cerramiento funciona bien, pero tiene el inconveniente de aumentar el número de capas de las que consta un cerramiento, anulando parcialmente las ventajas del trabajo con paneles (menos unidades implican menos mano de obra, mejor control, más exactitud y mayor rapidez de ejecución), con un aumento de las unidades que componen el grueso de la fachada.

LAS NUEVAS POSIBILIDADES

Desde la aparición de las fibras a principios de los años setenta, se abrió la posibilidad de dar respuesta coherente a los nuevos criterios que medían el comportamiento de una fachada.

El mortero armado con fibra de vidrio une, al igual que ocurre con el hormigón armado con acero, las ventajas de un material moldeable y resistente a compresión y choque, con la resistencia aportada por otro material con alto grado de resistencia a tracción y alto módulo de elasticidad, y que aporta un comportamiento coherente con el del mortero.

Al aportar capacidad resistente a tracción y dar elasticidad al conjunto, se permite la reducción del espesor que el hormigón requiere para garantizar la rigidez del panel, abriendo así la posibilidad de trabajar paneles con materiales de bajo coste y muy conocidos como el hormigón.

CARACTERÍSTICAS DEL COMPUESTO GRC

El compuesto de mortero armado con fibra de vidrio, comúnmente llamado GRC por simplificación de su lectura en inglés, aporta características muy apropiadas a las necesarias en la nueva concepción de los cerramientos, según las motivaciones que ya se han expuesto:

- Alta resistencia a compresión, aumentando la del mortero, ya elevada
- Elevada resistencia a flexión y tracción, aportada por la fibra de vidrio de manera semejante al aporte del acero en el hormigón armado
- Dureza (resistencia a la rotura por impacto)
- Deformación aparente inexistente
- Inalterable por abrasión
- Impermeabilidad al agua, debido a su alta compacidad
- Transpiración
- Reducido movimiento reversible con la humedad



- Comportamiento excelente en envejecimiento o en ciclo hielo/deshielo
- Resistencia a agresiones químicas, fuego y carbonatación.
- Efluorescencia reducida

Por tanto, el aporte de fibra de vidrio da a la mezcla:

- Aumento de posibilidades formales de diseño (la respuesta técnica que el material aporta es así acorde con la flexibilidad como material moldeable, pudiendo aprovecharse esta última cualidad), propias de otros materiales.
- Evitación de microfisuraciones en el mortero, por quedar micro-armado con la fibra que le da capacidad de tracción, absorbiendo entre otros los esfuerzos derivados del fraguado.
- Minimización de segregación, por las mismas razones
- Refuerzo de su capacidad resistente y de su dureza
- Mantenimiento de su capacidad de transpiración

Como material para la preparación de fachadas, es el único que permite aunar la resistencia del hormigón con la ligereza de otros materiales, que permite la fabricación de paneles a bajo coste, mediante moldeo de materiales baratos como el mortero, sin aumentar espesores que para el mortero tradicional sería imposible conseguir.

Con ese aumento de resistencia y dureza que reduce el espesor al mínimo, se abre la posibilidad de moldeo y diseño de formas manteniendo texturas pétreas, disminuyendo la cantidad de material aportado (al disminuir espesor), abaratando costes y reduciendo el peso. Se facilita así su manejo y colocación.

En resumen:

- Se permite el aumento de tamaño de las piezas para su colocación en obra, al disminuir espesor y, por tanto, peso
- Se permite la imitación de materiales pétreos, mediante aditivos, igualando texturas y apariencias, para aplacados o para sustitución de volúmenes enteros.
- Se permite el trabajo con materiales tradicionales, conocidos, variando sólo el diseño para facilitar trabajos
- Se abarata el coste de los diseños tradicionales de fachadas, por la doble función que adquiere el material: dureza y revestimiento
- Se abarata el coste de diseños diferenciados, por el uso de materiales tradicionales que permiten múltiples formalizaciones

En suma, aparece un material que aúna resistencia, estabilidad, impermeabilidad, dureza y revestimiento, como lo hace el ladrillo caravista. Un material que disminuye peso, y permite tamaños mayores, disminuyendo costes de material y de colocación, como lo hace un panel de cerramiento interior. Un material transpirable, como el mejor aislamiento, que evita la aparición de humedades por condensación.

Otras características del GRC son igualmente notables, como el aislamiento acústico y térmico, lo que hace a este material no tener inconvenientes, aparte del hecho

de que, permitiendo espesores mínimos, se precisa completarlo con otros materiales para el correcto funcionamiento de una fachada, como son los aislamientos o los revestimientos interiores.

IMPLANTACIÓN DEL GRC. CUESTIÓN TÉCNICA O ECONÓMICA

Los aspectos técnicos de la fibra de vidrio y el GRC ya fueron tratados en la RE en números anteriores, por lo que nos centraremos en el entorno de actividad que afecta a la fabricación del GRC y en las razones que han impedido su aplicación generalizada, bajo un punto de vista más mercantilista o economista.

Después del análisis inicial ya efectuado, podemos considerar la utilización del GRC como elemento de fachada bajo dos posibilidades:

- La fabricación en taller del compuesto moldeado en paneles o piecerío diverso
- La aplicación directa del compuesto como revestimiento en obra, lo que anula muchas de las ventajas que ya veremos más adelante, como el precio, o como vertido en moldes, lo que mantiene las ventajas relativas al precio del compuesto y maximización de sus capacidades pero anula las de tiempo y ensamblaje.

¿Por qué un producto bueno técnicamente, y que responde a las características deducidas del análisis de la problemática del cerramiento de edificios, no se aplica como cabría esperar?

Son varias las razones que impiden la aplicación de nuevas técnicas o tecnologías:

- Precio
- Riesgo
 - Garantía de funcionamiento
 - Garantía de suministro
- Capacidad técnica para su utilización
- Costumbre
- Desinformación

El GRC está preparado con materiales que, a excepción de la fibra de vidrio, son muy conocidos y muy empleados en la construcción, por lo que cumplen con los requisitos anteriores, facilitando así su aplicación.

La fibra de vidrio, aunque desconocida en construcción, tiene muchas aplicaciones en construcción no edificatoria y en industrias cuyos procesos de decisión son semejantes al que se da en construcción. Su comportamiento como componente genérico, sin entrar a distinguir tipologías concretas, es, por tanto, conocido.

Entre estas tipologías concretas, la fibra de vidrio AR, aplicada en construcción por sus características resistentes, está muy experimentada en otros países e incluso en el nuestro, y su comportamiento corroborado en pruebas de laboratorio y en la propia realidad.

De las razones que impiden la generalización de cualquier nueva tecnología, en este caso material, hay varias que están por tanto superadas en el caso del GRC.

PRECIO

El GRC, compuesto por mortero y fibra de vidrio, es un material básicamente barato. La función que puede tener el GRC debido a sus características es la de resistencia a choque, dureza e impermeabilización al agua, aunque permite la transpiración. Estas funciones hacen al GRC apto para fachadas ante cualquier otra opción. Al ser resistente, no precisa ser aplicado sobre otros materiales cuya función sea la de resistencia a cargas, por lo que sustituye a la fábrica tradicional de ladrillo y a sus diversas posibilidades de revestimiento.

Grafiando los costes directos de fábricas tradicionales, vemos que el coste del GRC es favorable respecto a cualquier otra solución a la que estamos acostumbrados, a excepción del bloque de hormigón que puede actuar como elemento estructural y no precisar revestimiento pero con claros inconvenientes. La ocupación de espacio del GRC como componente de fachadas es menor si la comparamos con el resto de las opciones:

Si consideramos datos estandarizados en edificación, y tomando como objeto de referencia la vivienda V.P.O. de 90 m² en edificación colectiva, vemos que, como media, se precisan aproximadamente unos 18 metros lineales de fachada por cada vivienda tipo, lo que en términos de superficie ocupada de fachada supone, en la construcción tradicional con fábricas de ladrillo o bloque y revestimiento, unos 2,16 m² (18 m. lineales x 0,12 m. de espesor) de superficie por cada 90 m² útiles conseguidos.

En el caso de panelados de GRC, el espesor necesario para satisfacer las mismas funciones como cerramiento es de 0,18 m², pues tan sólo se precisa 1 cm. de espesor para lograr esas funciones de resistencia e impermeabilización, lográndose además la transpiración. Esta diferencia de 1,98 m² supone, en términos económicos, un valor de 237.600 pts. de diferencia a precio de vivienda V.P.O., valor que resulta en el caso mas desfavorable, pues queda notablemente incrementado si estudiamos viviendas libres.

Para su transformación en valores unitarios que nos hagan comparables los datos, y sabiendo que los 18 metros lineales de fachada suponen aproximadamente 40 m² de cerramiento (habiendo descontado ya los huecos en fachada), nos resulta que el uso del GRC como panelado de fachada nos supone un incremento de valor de 5.940 pts./m² respecto a los sistemas tradicionales. Si a esto le añadimos la favorable cifra de los costes directos respecto a los otros sistemas, vemos que el coste puede disminuir en torno a las 7.000 pts./m² cumpliendo, cuando menos, con las mismas funciones.

Por tanto, queda claro que el precio supone una rotunda ventaja, no un inconveniente.

RIESGOS

Garantía de funcionamiento

Altamente demostrada en laboratorio y en las diversas experiencias que la realidad de la obra nos ha dado, podemos visualizar esta garantía si la comparamos con la que nos da el hormigón armado, puesto que la diferencia fundamental estriba en que, en sustitución del acero para el armado, se utiliza la fibra de vidrio como armadura compatible con el mortero, logrando un funcionamiento resistente al que ya estamos acostumbrados.

De las dos posibilidades de trabajo con GRO (preparado en fábrica o en obra) la garantía de funcionamiento del compuesto es mayor en el primer caso:

De un lado por el mayor control que permite una fabricación seriada y de otro lado por la más fácil asignación de la responsabilidad, que sería del fabricante, cuando en la aplicación "in situ" no existe ese control, las circunstancias de entorno son variables y los implicados en el proceso son varios: mano de obra para su aplicación, responsable de la mezcla, otros componentes que trabajen conjuntamente (como por ejemplo la fábrica sobre la que se aplica) o la recepción del material.

Considerando al GRC como material preparado y moldeado de fábrica, la garantía de funcionamiento es mucho mayor, siendo la misma que cualquier otro revestimiento si la preparación del componente y su aplicación se realizan en obra.

Garantía de suministro

La garantía de suministro queda medida según dos consideraciones:

Disponibilidad del material y recursos

Los recursos necesarios para la preparación del GRC en aplicación directa son los mismos que tradicionalmente existen, por lo que no suponen ningún impedimento.

En cuanto al material, tanto el mortero como la fibra de vidrio están disponibles por ser ya "históricos" sus componentes, y además lo están a nivel local en el caso de los morteros, si bien la fibra de vidrio, por la menor aplicación que tiene en la industria de la construcción, es inviable que sea fabricada localmente, en cantidades pequeñas.

Esto hace que, si bien la preparación y aplicación en obra no tiene problemas bajo ninguno de los otros aspectos, si encontramos incomodidad, si no dificultad, para la localización de fibra de vidrio en cantidades pequeñas, que es lo necesario para una obra normal.

Para la fabricación del GRC como material para ensamble en obra, las circunstancias son, de nuevo, más favorables. Si bien la dificultad técnica es mayor, como ya hemos comentado, la disponibilidad de recursos y materiales es perfectamente asumible para la fabricación, pues conlleva



mayor volumen y constancia de petición de material y que hace, por tanto, la disponibilidad local no sea un problema.

Garantía de continuidad

La continuidad de los recursos disponibles (mano de obra para la aplicación "in situ", y maquinaria, mano de obra e ingeniería para la fabricación) queda garantizada al mismo nivel que en cualquier otro material común, por no ser excesivamente especializados.

La fibra de vidrio, como material más característico, tiene garantizada su continuidad por ser aplicable a otros procesos industriales además de la construcción, y por ser fabricada con materias primas que son comunes y necesarias en otros procesos. A este nivel no existe, pues, problema más allá de lo ya comentado anteriormente.

CAPACIDAD TÉCNICA PARA SU FABRICACIÓN O AMPLIACIÓN

Este aspecto es quizá el único en el que la preparación y aplicación en obra tiene ventajas sobre las otras posibilidades, pues la capacidad técnica es la misma que para cualquier otro trabajo de albañilería.

En las experiencias que yo he tenido, tan sólo me he encontrado con una "sorpresa y escepticismo" inicial y por parte de la mano de obra ante el comportamiento del GRC en el proceso de mezcla, por precisar una cuantificación y control de los materiales frente al reparto intuitivo que se efectúa en la mezcla de morteros tradicionales.

Como en cualquier otro componente que llega a obra ya preparado, la fabricación del GRC precisa una mayor cualificación técnica que la preparación en obra, entre otras cosas por la mayor pretensión de control de calidad, lo que supone mayores costes iniciales que ya son absorbidos por el fabricante a la hora de establecer el precio del producto, como ya hemos visto más arriba.

Existen, además, otros dos aspectos no relacionados con el proceso de preparación o aplicación del GRC pero que son de importancia en el análisis de mercado.

LA COSTUMBRE

Como ya hemos comentado, la inercia en las decisiones es uno de los aspectos más influyentes para la no aplicación de las nuevas tecnologías en cualquier industria. Pero especialmente en la construcción, donde el proceso no está sistematizado, la capacidad de análisis del mercado, tanto a nivel de clientes como de proveedores, es mucho menor, como lo es la capacidad de control del proceso. La toma de decisiones es mucho más rápida que en otros procesos y con mucha menos información analizada.

Por otra parte, la responsabilidad de decisión recae sobre el Arquitecto, que no tiene capacidad de análisis por falta de

recursos y de tiempo, y no tiene información puntual sobre la disponibilidad de materiales o funcionamiento, aparte del otro aspecto que comentamos a continuación.

DESINFORMACIÓN

Quizá el obstáculo más notable para facilitar la aplicación de tecnologías en construcción.

Puede darse el caso de desconocimiento de la existencia del material, que no es ya un problema gracias a la globalización del mercado y a los medios de comunicación y publicidad.

Pero el desconocimiento principal afecta a la información y comprobación de la capacidad que un material tiene para adaptarse a un compuesto o función concretas.

El caso del GRC es claro. Nos encontramos con información sobre las características técnicas del material, y con un listado de variables de medición y análisis. Pero, como Arquitectos, no conocemos su concepción, una visión menos técnica pero más básica del componente y del edificio en sí mismo, que nos haga entenderlo como adaptable a unas circunstancias concretas de edificación y nos dé la confianza de su utilización, reduciendo el riesgo que aparentemente vemos por no comprender las características básicas del material, entre las que están las técnicas que permiten conocer su capacidad resistente, pero que no son suficientes para valorar en su justa medida la capacidad de adaptación del material, bajo las otras consideraciones ya expuestas en este artículo y fundamentales para motivar su aplicación.

CONCLUSIONES

Comprobado que el material es técnicamente bueno, según quedó ya expuesto en números anteriores de la RE, posemos tener una idea clara sobre los motivos técnicos que facilitan o dificultan la implantación del GRC como material de uso común.

Debemos resumir las circunstancias que son válidas para hacer este material de uso común, y que maximizan el aprovechamiento de sus características técnicas y de proceso:

- **Fabricación Previa:** Implica el uso del material como piecerío ensamblable, no como una mezcla que se prepara para ser aplicada en obra.
- **Paneles de espesor mínimo:** Para aminorar el grosor del cerramiento y aumentar el tamaño del piecerío, facilitar el montaje y aprovechar las bondades del GRC en precio y como sustitutorio de sistemas de fábrica.
- **Uso en Fachadas:** Para maximizar el aprovechamiento de las capacidades de impermeabilización, dureza y transpiración que tiene como piel del edificio, y por tanto como sustitutorio de sistemas de fábrica.